

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# VACUUM CARBURIZING METHOD FOR STEEL PARTS AND APPARATUS THEREFOR

Patent Number: JP2000129418

Publication date: 2000-05-09

Inventor(s): YOKOSE KEIJI; INOUE HIDEKI; TORASAWA EIJIYU; TAKAHASHI ATSUSHI; TAKEMOTO SHINICHI; NAKAHIRO YOSHITAKA

Applicant(s): DOWA MINING CO LTD

Requested Patent:  JP2000129418

Application Number: JP19980306544 19981028

Priority Number (s):

IPC Classification: C23C8/22; C21D1/06; C21D1/10; C21D1/76

EC Classification:

Equivalents:

---

## Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cost effective carburizing method for steel parts which is capable of rapidly executing vacuum carburizing enhanced in accuracy without the occurrence of unequal carburization and sooting and an apparatus therefor.

**SOLUTION:** This vacuum carburizing method for the steel parts comprises supplying gaseous saturated chain hydrocarbon to a heating chamber 1 of a vacuum nonoxidizing atmosphere and subjecting the steel parts 2 to a carburizing treatment by heating these parts to 1000 to 1200 deg.C by a high-frequency heating means 3, then stopping the supply of the chain saturated hydrocarbon, discharging this gas and executing a diffusion treatment in the vacuum nonoxidizing atmosphere and further, repeating the carburizing treatment and the diffusion treatment at a suitable number of times.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

for DI

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-129418

(P2000-129418A)

(43)公開日 平成12年5月9日(2000.5.9)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テ-73-ト(参考)

C 23 C 8/22

C 23 C 8/22

4 K 0 2 8

C 21 D 1/06

C 21 D 1/06

A

1/10

1/10

C

1/76

1/76

H

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平10-306544

(71)出願人 000224798

同和鉱業株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目8番2号

(22)出願日 平成10年10月28日(1998.10.28)

(72)発明者 横瀬 敏二

東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 同  
和鉱業株式会社内

(72)発明者 井上 英樹

東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 同  
和鉱業株式会社内

(74)代理人 100067677

弁理士 山本 彰司

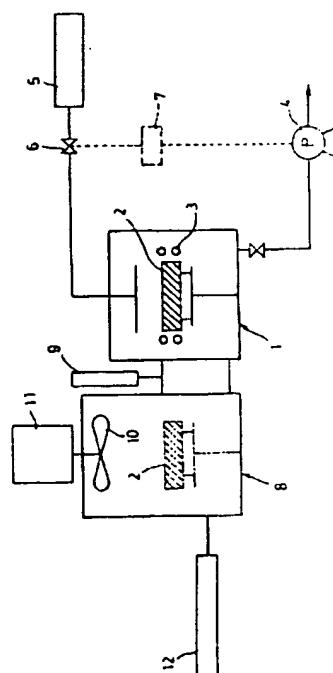
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 鋼部品の減圧浸炭方法及び装置

## (57)【要約】

【課題】 浸炭むら及びスチーリングの発生がなく、精度を高めた減圧浸炭が短時間に可能で、経済的な鋼部品の浸炭方法及び装置を提供する。

【解決手段】 減圧無酸化雰囲気の加熱室に鎖状飽和炭化水素ガスを供給して1.33~13.3kPaの減圧下において鋼部品を高周波加熱手段により1000~1200°Cに加熱して浸炭処理を行い、その後、鎖状飽和炭化水素ガスの供給を停止及び排出して減圧無酸化雰囲気下で拡散処理を行い、さらには前記浸炭処理及び拡散処理を適数回繰り返す鋼部品減圧浸炭方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 減圧無酸化雰囲気の加熱室に鎖状飽和炭化水素ガスを供給して1.33～13.3kPaの減圧下において鋼部品を高周波加熱手段により1000～1200℃に加熱して浸炭処理を行い、その後、前記鎖状飽和炭化水素ガスの供給を停止及び排出して減圧無酸化雰囲気下で拡散処理を行うことを特徴とする鋼部品の減圧浸炭方法。

【請求項2】 減圧無酸化雰囲気の加熱室に鎖状飽和炭化水素ガスを供給して1.33～13.3kPaの減圧下において鋼部品を高周波加熱手段により1000～1200℃に加熱して浸炭処理を行い、その後、前記鎖状飽和炭化水素ガスの供給を停止及び排出して減圧無酸化雰囲気下で拡散処理を行い、前記浸炭処理及び拡散処理を適数回繰り返すことを特徴とする鋼部品の減圧浸炭方法。

【請求項3】 浸炭処理及び拡散処理の繰り返し時の浸炭時間が5秒～3分以内であることを特徴とする請求項2に記載の鋼部品の減圧浸炭方法。

【請求項4】 高周波加熱の出力が10kHz以下であることを特徴とする請求項1、2または3に記載の減圧浸炭方法。

【請求項5】 気密性を有する加熱室と、該加熱室を無酸化雰囲気にする減圧排気装置と、前記加熱室への鎖状飽和炭化水素ガス供給装置と、加熱室内に供給された鋼部品を加熱する高周波加熱装置と、浸炭処理時の加熱室の圧力を1.33～13.3kPaに保持する圧力制御装置と、冷却室とからなることを特徴とする減圧浸炭装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、鋼部品の浸炭方法及び装置、特に減圧下における鋼部品の浸炭方法及び装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、減圧下における鋼部品の浸炭方法及び装置として、減圧保持した加熱室の被処理物を高周波加熱手段により加熱する装置（特開平5-25974号公報）、浸炭用ガスとして鎖式不飽和炭化水素を使用するとともに、加熱室内を1kPa以下の真空状態にして浸炭処理を行う方法（特開平8-325701号公報）等が提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 前記のごとき、減圧下における鋼部品の浸炭方法及び装置においては、減圧及び加熱条件等が微妙に鋼部品の浸炭精度に影響することに鑑み、本願発明は浸炭むら及びステッピングの発生のなく、精度を高めた減圧浸炭が短時間に可能で、経済的な浸炭方法及び装置を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 請求項1は、減圧無酸化雰囲気の加熱室に鎖状飽和炭化水素ガスを供給して1.33～13.3kPaの減圧下において鋼部品を高周波加熱手段により1000～1200℃に加熱して浸炭処理を行い、その後、前記鎖状飽和炭化水素ガスの供給を停止及び排出して減圧無酸化雰囲気下で拡散処理を行うものである。

【0005】 請求項1において、加熱室内を1.33～13.3kPaの減圧下におくことは、1.33kPa以下では浸炭むらが生じ、また、13.3kPa以上では浸炭に直接関与しない炭素がススとなって、いわゆるステッピングが生じることが確認されたためである。

【0006】 また、高周波加熱を手段を採用したことは、鋼部品のみを加熱することができるため、加熱室の断熱保温材を必要とせず、加熱室構造を簡略化できるため経済的であり、さらに加熱温度を通常一般の浸炭処理温度より高めたのは浸炭時間の短縮を図るためであり、また、浸炭処理後の拡散処理において鎖状飽和炭化水素ガスの供給を停止及び排出することは、浸炭処理後、残存している鎖状飽和炭化水素ガスを直ちに排出することによりステッピングの発生を抑えることができるためである。

【0007】 請求項2は、前記請求項1の浸炭処理及び拡散処理後に、前記浸炭処理及び拡散処理を適数回繰り返すことを特徴とするものである。この請求項2によれば、必要とする浸炭深さの調整及び確保が容易であり、浸炭精度を高めることができる。

【0008】 請求項3は、前記適数回繰り返す浸炭処理及び拡散処理時の浸炭時間を5秒から3分とするものである。

【0009】 5秒以下では、鋼部品が十分加熱されず、しかも一回のサイクルで鋼部品への炭素の供給が不十分となる。また、浸炭のサイクルタイムが短い場合、拡散のサイクルタイムも短くなるが、この時拡散時に必要とする真空度まで時間内に排気することが困難になってしまう。

【0010】 請求項4は、前記請求項1、2または3における高周波加熱の出力を10kHz以下としたものである。すなわち、短時間に鋼部品の内部まで十分加熱するためであり、10kHz以上の高周波出力で加熱を行うと、鋼部品の表面のみが加熱され、内部までの加熱に時間がかかるためである。

【0011】 請求項5は、前記減圧浸炭方法を実施する装置の発明であり、気密性を有する加熱室と、該加熱室を無酸化雰囲気にする減圧排気装置と、前記加熱室への鎖状飽和炭化水素ガス供給装置と、加熱室内に供給された鋼部品を加熱する高周波加熱装置と、浸炭処理時の加熱室の圧力を1.33～13.3kPaに保持する圧力制御装置と、冷却室とからなる構成としたものである。

## 【0012】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態の一例を説明する。図1は本発明の減圧浸炭装置の概略断面図が示されている。図中、1は気密性を有する加熱室、2は被処理品としての鋼部品、3は高周波加熱装置、4はポンプ等の減圧排気装置、5は前記加熱室1への鎖状飽和炭化水素ガス供給装置（以下単に「ガス供給装置」と言う。）、6は制御バルブ、7は加熱室1内の圧力制御装置、8は冷却室、9は前記加熱室1と冷却室8との間に設けられた開閉扉、10はファン、11はファンモータ、12は搬送装置である。

【0013】つぎに、前記本発明の減圧浸炭装置を本使用して本発明の減圧浸炭方法は下記のごとく実施される。

【0014】①加熱室1に鋼部品2がセットされ、減圧排気装置4を稼働させて加熱室1内を $1.33 \times 10^{-3}$  kPaに減圧し、無酸化雰囲気を保持する。

【0015】②高周波加熱装置3により、前記鋼部品2を $1000 \sim 1200^{\circ}\text{C}$ に急速加熱する。

【0016】③圧力制御装置7を制御して加熱室1内が $1.33 \sim 13.3$  kPaの圧力になるようにガス供給装置5から鎖状飽和炭化水素ガス（プロパン、メタン、ブタンガス・・・以下単に「ガス」と言う。）が供給される。

【0017】④浸炭処理を一定時間行った後に前記ガスの供給を停止及び排出して減圧無酸化雰囲気で拡散処理を行う。

【0018】⑤さらに要求される炭素濃度及び浸炭深さが得られていない場合、その他当初の処理計画に基づき前記③及び④が交互に繰り返される。

【0019】⑥鋼部品2に要求される浸炭深さが得られたことが確認されたら、減圧下で開閉扉9を開き、前記鋼部品2を冷却室8に移動させ、Ar<sub>3</sub>変態点以下まで冷却を行う（一次冷却と言う。）。

【0020】⑦減圧下で加熱室1に前記鋼部品2を戻し、高周波加熱にてオーステナイト化温度以上に再加熱後、所定時間保持する。

【0021】⑧減圧下で冷却室1に鋼部品2を移動して焼入れを行う（後述図2参照）。

【0022】

【実施例1】供試片として、JIS S Cr420Hを鍛造成形後に機械加工を施し、リング状に構成した。形状は、外径Φ190mm、内径Φ140mm、厚さ25mmであり、重量は $2.36\text{ g}$ 、表面積 $531\text{ cm}^2$ である。さらに前記供試片に、径Φ5mm及びΦ8mm、深さ15mmの未貫通穴を加工した（以下「鋼部品2」と言う。）。

【0023】前記鋼部品2を前記本発明の加熱室1内にセットし、該加熱室1内を減圧排気装置4を稼働させて $0.67 \times 10^{-3}$  kPa以下に減圧した後、高周波加熱

装置3の $0.8\text{ kHz}$ の高周波誘導加熱により前記鋼部品を $1100^{\circ}\text{C}$ まで急速昇温して3分間均熱保持した。なお、この時、室温から $1100^{\circ}\text{C}$ 到達までの所要時間は3分であった。

【0024】つぎに、鎖状飽和炭化水素ガスとしてプロパンガスを前記加熱室1内の圧力が $7.98\text{ kHz}$ になるまで瞬時に導入した後、さらに前記圧力を維持するよう、圧力制御装置7により減圧排気装置4とガス供給装置5を制御して浸炭処理を施した。

【0025】前記 $1100^{\circ}\text{C}$ における減圧浸炭の鋼部品への炭素供給速度が非常に速いので、 $1100^{\circ}\text{C}$ におけるオーステナイトの固溶炭素量及び拡散速度が大きいにもかかわらず、短時間の浸炭処理で鋼部品2の表面炭素量は固溶限に達し、その後セメントタイトの析出及び結晶粒界、さらに粒内に合金炭化物を形成する。

【0026】前記合金炭化物の析出により、母相の合金成分、特に肌焼鋼ではCrが減少することにより焼入れ性が低下するため、鋼部品2の表面近傍に不完全焼入れ組織としてトルースタイトを析出し、表面硬さの低下のみならず材料硬度の低下をきたす。

【0027】また、粒界に網状に析出したセメントタイトもまた、材料強度を損なう要因となる。さらに鋼部品2の表面炭素濃度が固溶限に達すると、鋼部品2表面にスケルトが析出しやすくなり、浸炭反応を阻害する。

【0028】前記のごとき鋼部品2の品質低下を防止するためには、鋼部品2の表面炭素量がオーステナイト固溶限に到達しない範囲で浸炭時間を設定して浸炭処理を施し、繰り返して拡散処理を施すことが望ましい。このことから、高温減圧浸炭処理においては短時間に浸炭と拡散をサイクルを適数回繰り返すことが好ましい。下記表1には、本実施例1における浸炭と拡散のサイクルが示されている。

## 【0029】

## 【表1】

工 程	処理時間 (sec)
浸炭 1	120
拡散 1	540
浸炭 2	30
拡散 2	540
浸炭 3	30
拡散 3	660

浸炭-拡散サイクル

表1によれば、当初の浸炭時間は120秒であるが、その後の浸炭処理及び拡散処理の繰り返し時の浸炭時間はそれぞれ30秒とされている。前記表1に示した浸炭と拡散処理を終了した後、高温処理中に粗大化した結晶粒を微細化するため一次冷却、再加熱、均熱保持、焼入れを無酸化雰囲気下にて行った。

【0030】前記一次冷却は、最終サイクル拡散後の $0.67 \times 10^{-3}$  kPaに減圧された加熱室1から、 $0.67 \times 10^{-3}$  kPaに減圧排気された冷却室8に鋼部品2を移動して加熱室1との間の開閉扉7を閉め、  
1.01  $\times 10^5$  kPa (大気圧) のN<sub>2</sub>ガスを導入 \*

\*し、ファン9を用いて鋼部品2の温度が500~600°Cになるまで行った。

【0031】つぎに鋼部品2を850°Cに再加熱し、3分間均熱保持した後、焼入れを行った。該焼入れは前記一次冷却と同様に、 $0.67 \times 10^{-3}$  kPaに減圧排気された無酸化状態にて加熱室1から冷却室8へ鋼部品2を移送後、冷却室8にN<sub>2</sub>ガスを $7.98 \times 10^2$  (6 bar) 導入し、ガス焼入れにて行った。前記減圧浸炭処理結果が下記表2に示されている。

## 10 【0032】

【表2】

真空度 (kPa)	浸炭深さ比：穴底部／外周面	
	Φ 5	Φ 8
1.33	0.75	0.83
2.66	0.82	0.94
6.65	0.96	0.96
13.3	1	1
39.9	0.98	0.91
66.5	0.9	0.83

## 真空度による浸炭比率の変化

表2は前記供試片、すなわち、鋼部品2のΦ5mm穴及びΦ8mm穴の1.5mm底部における浸炭深さを鋼部品2の外周面における浸炭深さに対する比率で表し、各浸炭処理圧と穴の径別に表したものである。すなわち、比率が1に近いほど、複雑な形状の鋼部品2でも浸炭むらがないことを意味する。

【0033】前記表2から明らかなように、6.65~13.3 kPaの浸炭処理圧の場合に各穴の深部まで均一な浸炭が行われていることが確認され、かつステーリングも認められなかった。また、1.33~6.65 kPaの浸炭処理圧においては若干の浸炭むらが認められたが、ステーリングの発生なしに処理が可能であることが確認された。

【0034】なお、浸炭処理圧が13.3 kPa以上の場合は、鋼部品2及び加熱室1内部にステーリングが発生し、連続処理に不都合をきたすばかりでなく、浸炭むらが発生する。これはワーク表面に析出したスス量が非常に多くなり浸炭反応を阻害するためである。

## 【0035】

【実施例2】JIS SCr420を鍛造成形後に加工したリングギアを用いて処理を行った。リングギアは外径50

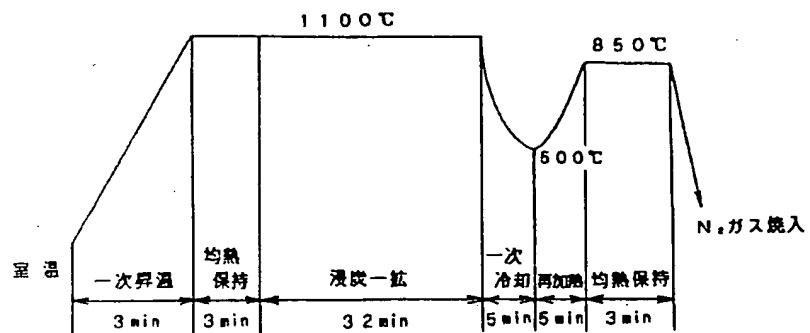
30mm、径218mm、モジュール2.4、歯幅33mm、重量3.4kgである。

【0036】前記リングギアを1kHzの高周波誘導加熱により加熱した。その他の処理条件は前記実施例1と同様である。図2にはその処理工程全体が示されている。図中、Aは一次昇温工程、Bは均熱保持工程、Cは浸炭-拡散処理サイクル、Dは一次冷却工程、Eは再加熱工程、Fは均熱保持工程、そしてGがN<sub>2</sub>ガス焼入れである。前記Cの浸炭-拡散処理サイクルは下記表3の通りである。

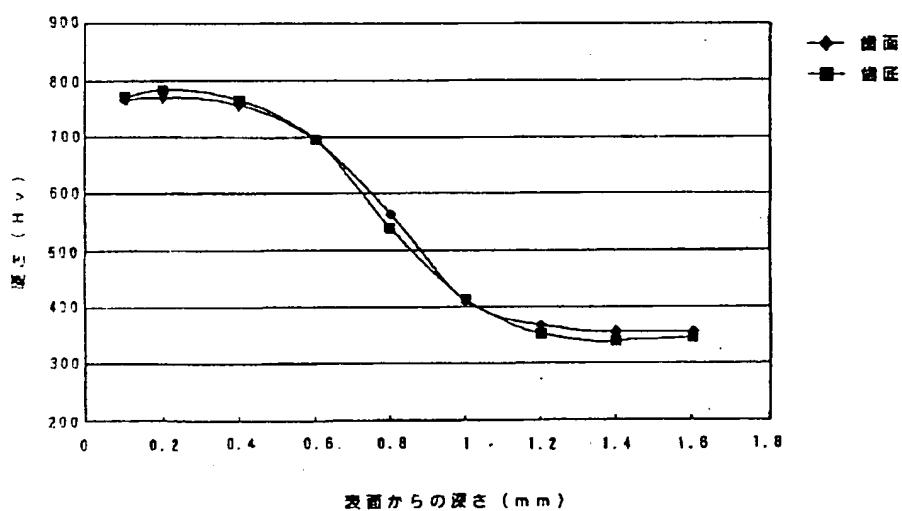
## 40 【表3】

(6) 000-129418 (P2000-129418A)

【図2】

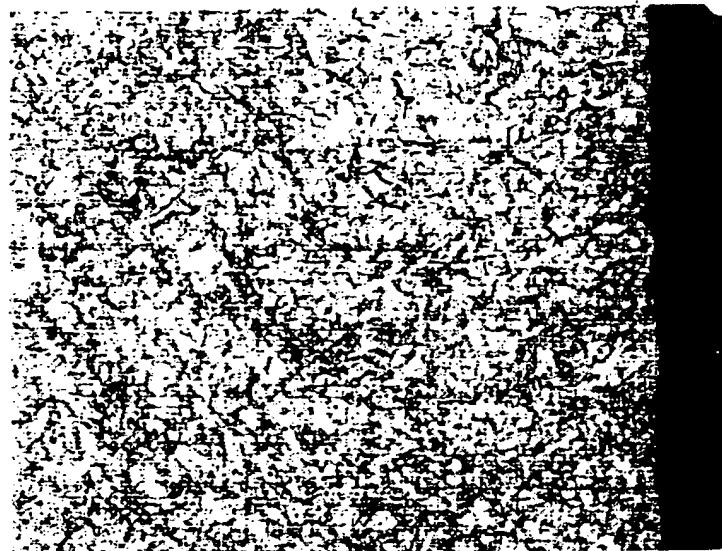


【図3】

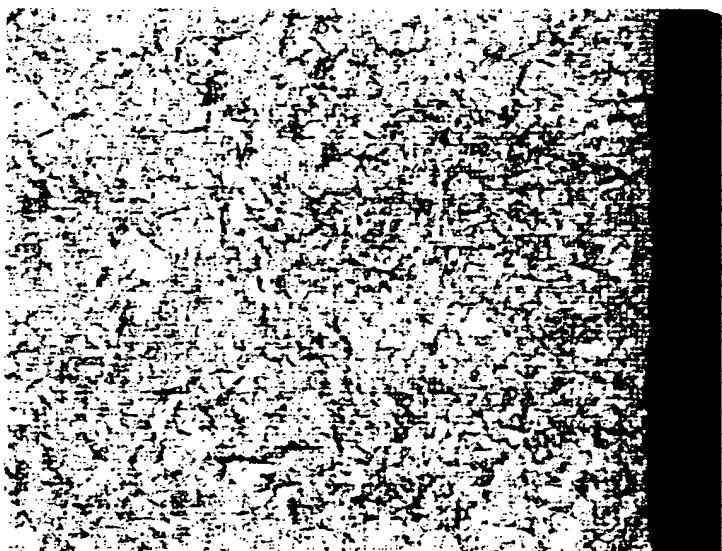


(7) 000-129418 (P2000-129418A)

【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 十良沢 英寿  
東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 同  
和鉱業株式会社内  
(72)発明者 高橋 淳  
東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 同  
和鉱業株式会社内

(72)発明者 武本 真一  
東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 同  
和鉱業株式会社内  
(72)発明者 中広 伊孝  
東京都千代田区丸の内一丁目8番2号 同  
和鉱業株式会社内

(8) 000-129418 (P2000-129418A)

Fターミ(参考) 1K028 AA01 AC03